

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2025.03.009

肺动脉高压患者 P 波指数与肺动脉平均压 和肺血管阻力的关联研究

张伟

(蚌埠医科大学第二附属医院电生理室, 安徽蚌埠 233000)

【摘要】目的 分析肺动脉高压患者 P 波指数与肺动脉平均压 (Mean Pulmonary Artery Pressure, mPAP)、肺血管阻力 (Pulmonary Vascular Resistance, PVR) 的关系。方法 选取蚌埠医科大学第二附属医院 2020 年 1 月至 2024 年 1 月收治的 37 例肺动脉高压患者 (研究组) 和 33 例同期健康体检者 (对照组) 作为研究样本, 所有患者均经心电图机和超声心动图仪获取 P 波指数、mPAP、PVR 数据, 比较研究组和对照组 P 波指数、mPAP、PVR 之间的差异, 分析肺动脉高压患者 P 波指数与 mPAP、PVR 的相关性。之后随访 3 个月, 根据随访结果将肺动脉高压患者分为预后不良组和预后良好组, 比较两组 P 波指数、mPAP、PVR 之间的差异, 并采用受试者工作特征 (Receiver Operating Characteristic, ROC) 曲线评估 P 波指数、mPAP、PVR, 预测肺动脉高压患者发生预后不良的应用价值。结果 研究组 P 波时限、PR 间期、P 波离散度、mPAP、PVR 均高于对照组, PTFV1 低于对照组 ($P<0.05$)。肺动脉高压患者 P 波时限、PR 间期、P 波离散度均与 mPAP、PVR 呈正相关, PTFV1 与 mPAP、PVR 均呈负相关 ($P<0.05$)。随访 3 个月后, 8 例患者发生预后不良, 预后不良组患者 P 波时限、PR 间期、P 波离散度、mPAP、PVR 均高于预后良好组, PTFV1 低于预后良好组 ($P<0.05$)。P 波时限、PTFV1、mPAP、PVR 的曲线下面积 (Area Under Curve, AUC) 分别为 0.828、0.778、0.806、0.761, 4 项联合预测预后不良价值最高 ($P<0.05$), 敏感度与特异性分别为 87.50%、44.83%。结论 肺动脉高压患者的 P 波指数与 mPAP、PVR 存在密切关系; 高水平 P 波时限、mPAP、PVR 及低水平 PTFV1 的肺动脉高压患者是预后不良的高风险人群, 临床应尽早采取治疗措施, 加强随访管理。

【关键词】肺动脉高压; P 波指数; 肺动脉平均压; 肺血管阻力; 相关性

【中图分类号】R543.2

【文献标志码】A

文章编号: 1674-1242 (2025) 03-0335-07

Correlation Study of P-Wave Index with Mean Pulmonary Artery Pressure and Pulmonary Vascular Resistance in Patients with Pulmonary Hypertension

ZHANG Wei

(Electrophysiology Room, The Second Affiliated Hospital of Bengbu
Medical University, Bengbu, Anhui 233000 China)

【Abstract】Objective To analyze the relationship of P-wave index (PWI) with mean pulmonary artery pressure (mPAP) and pulmonary vascular resistance (PVR) in patients with pulmonary hypertension. Methods 37 patients with pulmonary hypertension (study group) and 33 healthy subjects with physical examination (control group) in The Second Affiliated Hospital of Bengbu Medical University, from January 2020 to January 2024 were selected as the study samples.

收稿日期: 2025-03-07。

作者简介: 张伟 (1987—), 安徽旌德人, 本科生, 中级职称, 研究方向为心电。邮箱: 15212126232@163.com。

PWI, mPAP and PVR were obtained by electrocardiogram machine and ultrasound cardiograph in all patients. The differences in PWI, mPAP and PVR were compared between study group and control group, and the correlation between PWI and mPAP and PVR in patients with pulmonary hypertension was analyzed. After 3 months of follow-up, the patients with pulmonary hypertension were divided into poor prognosis group and good prognosis group according to follow-up results, and the differences in PWI, mPAP and PVR were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the application value of PWI, mPAP and PVR in predicting the poor prognosis of patients with pulmonary hypertension. **Results** The P wave duration, PR interval, P wave dispersion, mPAP and PVR in study group were all higher than those in control group while the PTFV1 was lower than that in control group ($P < 0.05$). P wave duration, PR interval and P wave dispersion in patients with pulmonary hypertension were positively correlated with mPAP and PVR, while PTFV1 was negatively correlated with mPAP and PVR ($P < 0.05$). After 3 months of follow-up, 8 patients had poor prognosis. The P wave duration, PR interval, P wave dispersion, mPAP and PVR were higher in poor prognosis group than those in good prognosis group while PTFV1 was lower ($P < 0.05$). The AUC values of P wave duration, PTFV1, mPAP and PVR were 0.828, 0.778, 0.806 and 0.761 respectively. The combination of the four items had the highest value on predicting poor prognosis ($P < 0.05$), and the sensitivity and specificity were 87.50% and 44.83% respectively. **Conclusion** There is a close relationship between PWI and mPAP, PVR in patients with pulmonary hypertension. Pulmonary hypertension patients with high levels of P wave duration, mPAP and PVR and low level of PTFV1 are high-risk groups with poor prognosis. It is necessary to take clinical treatment measures as soon as possible and strengthen the follow-up management.

【Key words】 Pulmonary Hypertension; P-Wave Index (PWI); Mean Pulmonary Artery Pressure (mPAP); Pulmonary Vascular Resistance (PVR); Correlation

0 引言

肺动脉高压发病机制复杂,是一类主要累及肺小动脉的慢性、进展性疾病^[1]。该疾病所造成的内皮细胞功能障碍、肺小动脉痉挛收缩、平滑肌细胞增生等病理改变,可使肺血管阻力(Pulmonary Vascular Resistance, PVR)进行性升高,若不及时干预,最终可导致患者发生右心衰竭甚至死亡^[2]。多数肺动脉高压患者的早期疾病症状并不典型,如心绞痛、乏力、劳力性呼吸困难等,不利于准确评估病情发展及指导临床治疗,增加了预后不良发生风险^[3]。研究结果显示^[4],肺动脉高压患者由于心肌增厚、心脏负荷增加等因素,其心脏结构与功能会发生不同程度的改变,且房颤的发生率较高。P波指数(P-Wave Index, PWI)作为心电图的重要参数之一,能准确反映心房的电活动情况、评估心房功能状态及预测房颤^[5]。国内学者认为,肺动脉平均压(Mean Pulmonary Artery Pressure, mPAP)与PVR均与肺动脉高压的发生和转归密切相关。mPAP指心脏搏动周期中血液通

过肺动脉的平均压力,是评估肺动脉压力的重要指标,可反映肺循环功能及疾病状态;PVR是反映肺血管病变程度的一个重要指标,PVR异常升高可提示肺血管收缩、重构及血栓形成等变化^[6-7]。但目前上述指标之间是否存在关联尚未可知。基于此,本文旨在分析肺动脉高压患者P波指数与mPAP、PVR的关系,为临床研究肺动脉高压病理生理机制和指导针对性治疗提供理论参考。现详述如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取本院2020年1月至2024年1月收治的37例肺动脉高压患者,并列为研究组。纳入标准:①符合《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021版)》中的肺动脉高压诊断标准^[8],并经过影像学检查证实;②伴有劳累后呼吸困难、胸闷或晕厥等右心功能障碍相关症状,且可伴有下肢水肿或全身性水肿;③年龄18岁以上;④自愿接受心电图、B超等辅助检查且结果完整;⑤无严重精神意识障碍,能配合

评估工作顺利完成。排除标准：①近 1 个月内服用影响心电图指标药物者；②合并慢性阻塞性肺疾病、肺栓塞等肺部疾病者；③存在严重全身感染性疾病者；④患有恶性肿瘤者。另选取本院同期 33 例健康体检者作为对照组。研究组中男 18 例，女 19 例；年龄 20 ~ 76 岁，平均年龄 (46.73 ± 5.61) 岁；身体质量指数 (Body Mass Index, BMI) 19 ~ 23 kg/m²，平均 BMI (21.04 ± 1.13) kg/m²。对照组中男 15 例，女 18 例；年龄 20 ~ 75 岁，平均年龄 (45.99 ± 5.70) 岁；BMI 19 ~ 23 kg/m²，平均 BMI (21.08 ± 1.10) kg/m²。两组性别、年龄、BMI 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究已通过我院伦理委员会的批准，研究对象均自愿签署了知情同意书。

1.2 方法

所有患者在入院后均接受 P 波指数、mPAP、PVR 检测。

采用 SE-300B 型多道心电图机 (深圳市理邦精密仪器股份有限公司，粤械注准 20152070262) 进行心电图 (Electrocardiogram, ECG) 检查，选取静息状态窦性心律时行常规 12 导联同步 ECG，振幅、频率、走纸速度分别设置为 10 mm/mV、100 Hz、25 mm/s。该检查由本院心电图室资深医师完成，经心电信息系统标准化处理后，获取下列 P 波指数：P 波时限 (心房除极所需时间)、PR 间期 (心房开始除极到心室开始除极的时间间隔)、P 波离散度 (心房内不同部位除极时间的差异)、V1 导联 P 波终末电势 (P-Wave Terminal Force in Lead V1, PTFV1)。其中，PTFV1 是 V1 导联 P 波终末部分的电压与时间的乘积。之后采用 EPIQ7C 型飞利浦心脏彩超诊断仪器 (江苏安茂医疗科技有限公司，国械注进 20193062262) 在无创下获取 mPAP、PVR 两项指标值。

对所有患者电话随访 3 个月，记录短期预后情况，将因右心衰竭再入院、心肺移植、全因死亡判定为预后不良^[9]。

1.3 观察指标

(1) 比较研究组与对照组 P 波指数、mPAP、PVR 的差异。

(2) 采用 Pearson 法分析肺动脉高压患者 P 波指数与 mPAP、PVR 的相关性。

(3) 随访 3 个月后，将发生预后不良的患者列为预后不良组，将未发生不良事件的患者列为预后良好组，比较两组患者 P 波指数与 mPAP、PVR 的差异。

(4) 采用受试者工作特征 (Receiver Operating Characteristic, ROC) 曲线评估 P 波指数、mPAP、PVR，预测肺动脉高压患者发生预后不良的应用价值。

1.4 数据分析

采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析，计数资料采用 χ^2 检验，以例 (n) 和百分数 (%) 表示；计量资料均符合正态分布 (经 Shapiro-Wilk 检验)，采用 t 检验，以 ($\bar{x} \pm s$) 表示；采用 Pearson 法分析 P 波指数与 mPAP、PVR 的相关性；采用 ROC 曲线评估 P 波指数、mPAP、PVR，预测肺动脉高压患者发生预后不良的应用价值，预测评估指标为 ROC 曲线下面积 (Area under the ROC Curve, AUC) 和 95% 可信区间。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究组与对照组 P 波指数、mPAP、PVR 比较

研究组 P 波时限、PR 间期、P 波离散度、mPAP、PVR 均高于对照组，PTFV1 低于对照组 ($P < 0.05$)，具体数据如表 1 所示。

表 1 研究组与对照组 P 波指数、mPAP、PVR 比较 ($\bar{x} \pm s$)
Tab.1 Comparison of the PWI, mPAP, and PVR between the study and control group ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | n | P 波时限 /ms | PR 间期 /ms | P 波离散度 /ms | PTFV1/mm·s | mPAP/mmHg | PVR/WU |
|-------|-----|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 研究组 | 37 | 116.72 ± 9.55 | 160.22 ± 15.73 | 35.94 ± 10.15 | -0.036 ± 0.009 | 21.18 ± 3.44 | 2.73 ± 0.57 |
| 对照组 | 33 | 108.64 ± 9.24 | 151.31 ± 15.80 | 28.72 ± 8.77 | -0.027 ± 0.006 | 16.34 ± 3.10 | 1.79 ± 0.40 |
| t 值 | | 3.588 | 2.361 | 3.166 | 4.860 | 6.155 | 7.894 |
| P 值 | | 0.001 | 0.021 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

2.2 肺动脉高压患者 P 波指数与 mPAP、PVR 的相关性

P 波时限、PR 间期、P 波离散度均与 mPAP、PVR 呈正相关，PTFV1 与 mPAP、PVR 均呈负相关 ($P<0.05$)，具体数据如表 2 所示。

表 2 肺动脉高压患者 P 波指数与 mPAP、PVR 的相关性
Tab.2 Correlation between PWI and mPAP, PVR in patients with pulmonary hypertension

| 指标 | mPAP | | PVR | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| | r 值 | P 值 | r 值 | P 值 |
| P 波时限 | 0.346 | 0.017 | 0.411 | <0.001 |
| PR 间期 | 0.310 | 0.022 | 0.389 | <0.001 |
| P 波离散度 | 0.335 | 0.019 | 0.399 | <0.001 |
| PTFV1 | -0.403 | <0.001 | -0.427 | <0.001 |

2.3 预后不良组与预后良好组 P 波指数、mPAP、PVR 比较

随访 3 个月后，37 例肺动脉高压患者中，0 例失访患者。其中，8 例患者因右心衰竭再入院，被列为预后不良组，无心肺移植与全因死亡病例；其余 29 例患者被列为预后良好组。

预后不良组患者 P 波时限、PR 间期、P 波离散度、mPAP、PVR 均高于预后良好组，PTFV1 低于预后良好组 ($P<0.05$)，具体数据如表 3 所示。

表 3 预后不良组与预后良好组 P 波指数、mPAP、PVR 比较 ($\bar{x}\pm s$)
Tab.3 Comparison of PWI, mPAP, and PVR between the poor prognosis group and the good prognosis group ($\bar{x}\pm s$)

| 组别 | n | P 波时限 /ms | PR 间期 /ms | P 波离散度 /ms | PTFV1/mm·s | mPAP/mmHg | PVR/WU |
|-------|----|-------------|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| 预后不良组 | 8 | 121.25±8.43 | 167.51±14.20 | 38.74±9.31 | -0.039±0.007 | 22.73±3.10 | 3.03±0.40 |
| 预后良好组 | 29 | 112.60±8.09 | 155.10±13.77 | 31.01±9.20 | -0.032±0.007 | 19.43±2.99 | 2.64±0.37 |
| t 值 | | 2.655 | 2.242 | 2.099 | 2.504 | 2.743 | 2.596 |
| P 值 | | 0.012 | 0.031 | 0.043 | 0.017 | 0.010 | 0.014 |

表 4 P 波指数、mPAP、PVR 预测肺动脉高压患者预后不良
Tab.4 PWI, mPAP, and PVR predicting poor prognosis in patients with pulmonary hypertension

| 指标 | 截点值 | AUC | 95% 可信区间 | P 值 | 约登指数 | 敏感度 /% | 特异性 /% |
|--------|------------|-------|---------------|--------|-------|--------|--------|
| P 波时限 | 161.20ms | 0.828 | 0.668 ~ 0.931 | <0.001 | 0.668 | 87.50 | 79.31 |
| PR 间期 | 161.13ms | 0.681 | 0.508 ~ 0.824 | 0.089 | 0.634 | 87.50 | 75.86 |
| P 波离散度 | 34.99ms | 0.698 | 0.526 ~ 0.838 | 0.093 | 0.487 | 62.50 | 86.21 |
| PTFV1 | -0.037mm·s | 0.778 | 0.611 ~ 0.898 | 0.001 | 0.418 | 62.50 | 79.31 |
| mPAP | 21.03mmHg | 0.806 | 0.643 ~ 0.917 | 0.010 | 0.772 | 87.50 | 89.66 |
| PVR | 2.84WU | 0.761 | 0.592 ~ 0.885 | 0.008 | 0.461 | 87.50 | 58.62 |
| 联合检测 | | 0.927 | 0.791 ~ 0.986 | <0.001 | 0.323 | 87.50 | 44.83 |

2.4 P 波指数、mPAP、PVR 预测肺动脉高压患者预后不良

P 波指数、mPAP、PVR 联合预测价值最高 ($P<0.05$)。其中，P 波时限约登指数最大时对应的截点值为 161.20ms，预测预后不良的 AUC 为 0.828，敏感度与特异性分别为 87.50%、79.31%；PTFV1 约登指数最大时对应的截点值为 -0.037mms，预测预后不良的 AUC 为 0.778，敏感度与特异性分别为 62.50%、79.31%；mPAP 约登指数最大时对应的截点值为 21.03mmHg，预测预后不良的 AUC 为 0.806，敏感度与特异性分别为 87.50%、89.66%；PVR 约登指数最大时对应的截点值为 2.84WU，预测预后不良的 AUC 为 0.761，敏感度与特异性分别为 87.50%、58.62%；联合预测预后不良的 AUC 为 0.927，敏感度与特异性分别为 87.50%、44.83%。具体数据如表 4 和图 1 所示。

3 讨论

近年来，随着人们健康体检意识的提升和诊疗技术的完善，肺动脉高压患病率不断升高^[10]。该病右心衰竭发生率与病死率均较高，故准确评估病情和制定有效的治疗方案是关键^[11]。肺动脉高压患者由于肺血管壁重塑、肺血管内径减小等，会引发 mPAP、PVR 等病理改变，结果以右心管检查作为

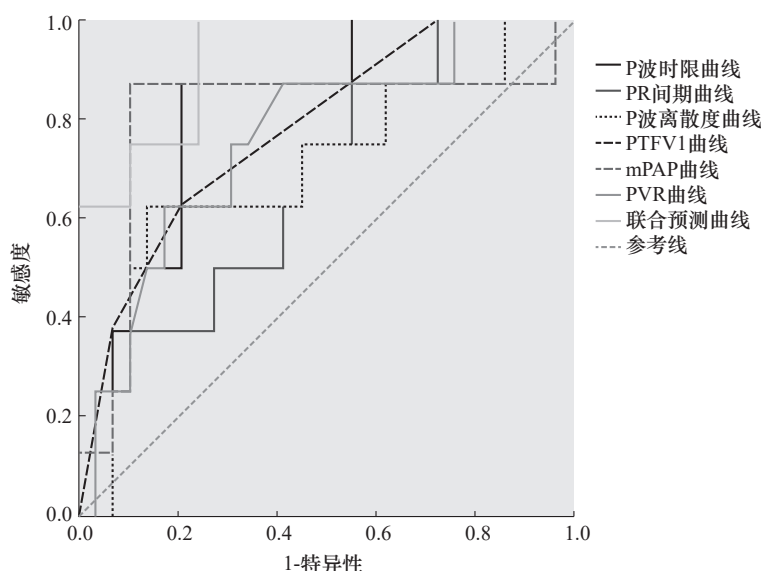


图 1 不同指标单独预测与联合预测肺动脉高压患者预后不良的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curves of different indicators alone and in combination to predict poor prognosis in patients with pulmonary hypertension

金标准^[12]。此外，肺动脉压力异常升高意味着右心房需要对抗更大的压力，长期的高负荷压力可导致右心房出现结构性扩张和功能障碍，最终可能导致心房颤动或右心衰竭，威胁患者生命安全。P波指数作为心电图常见指标，可反映右心房压力和扩张情况，其变化情况能间接评估肺动脉高压对右心房的影响，且该指标依靠心电图机即可无创快捷获取。本研究分析了P波指数与mPAP、PVR的关系，有利于临床综合监测肺动脉高压患者病情发展，制定针对性治疗方案和评估预后，从而提升肺动脉高压患者的生存率。

本研究结果发现，研究组P波时限、PR间期、P波离散度、mPAP、PVR均高于对照组，PTFV1低于对照组；肺动脉高压患者P波时限、PR间期、P波离散度均与mPAP、PVR呈正相关，PTFV1与mPAP、PVR均呈负相关（ $P < 0.05$ ），说明肺动脉高压患者的P波指数、mPAP、PVR水平会发生明显的病理改变，且P波指数与mPAP、PVR存在密切联系。可能的机制为：肺动脉高压患者的心肌细胞由于持续处于高压刺激状态下，为适应增高的压力环境与应对肺循环受阻导致的血液回流减少情况，会发生代偿性肥厚、扩张、纤维化等结构性病理改变，进而增加心脏后负荷，影响房室传导速度

和心房除极时间^[13]，最终出现P波时限和PR间期等指标延长、PTFV1指标下降的现象。此外，肺动脉高压患者的肺血管往往存在内膜纤维化增厚、平滑肌增生肥厚等病变，易引发管腔狭窄、闭塞、顺应性下降等症状，从而导致血流通过时阻力增加，肺动脉压力升高^[14]，进而使mPAP、PVR均呈高水平。

本研究结果发现，P波时限、PTFV1、mPAP、PVR单独预测肺动脉高压患者预后不良均有应用价值，但联合预测价值最高（ $P < 0.05$ ），提示临床可联合上述指标更早地发现肺动脉高压患者心功能的改变，从而更全面地评估病情严重程度，为尽早制定针对性治疗方案提供理论依据。可能的机制包括：当肺动脉高压患者呈高水平P波时限、mPAP、PVR，低水平PTFV1时，说明肺动脉高压已导致心脏出现右心房后负荷增加、房间隔向左房侧偏移、右心房扩张等负荷和结构性异常改变，加大心功能受损、静脉回流受阻、心输出量减少、肺循环障碍等症状的发生风险，进而出现心力衰竭再入院、全因死亡等不良预后，故上述指标预测肺动脉高压患者预后不良均有一定的价值。但P波时限可能因电解质紊乱影响心肌细胞电生理特性而受影响，同时受药物干扰；PTFV1易受急性心肌梗死、肺心病

等疾病状态的影响^[15]；mPAP 水平受心脏与血管疾病、呼吸系统疾病、高碳酸血症等多重因素的影响；PVR 则受血液黏稠度、呼吸系统疾病、缺氧环境等多种因素的影响^[16]。故上述指标单独预测时均存在一定的局限性，而在联合预测时能相互取长补短，发挥各自的优势，从而提高预测效能。

综上所述，肺动脉高压患者的 P 波指数与 mPAP、PVR 存在密切关系；高水平 P 波时限、mPAP、PVR 及低水平 PTFV1 的肺动脉高压患者是预后不良的高风险人群，临床应尽早采取治疗措施，加强随访管理。但本研究也存在局限性：样本数量较少，且为单中心研究，观察周期短，日后应开展多中心、大样本量研究，以提升结论的普适性。

参考文献

- [1] MARON B A, ABMAN S H, ELLIOTT C G, *et al.* Pulmonary arterial hypertension: diagnosis, treatment, and novel advances[J]. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2021, 203(12): 1472-1487.
- [2] 冯蕊, 范庆坤, 李玲, 等. 血清糖类抗原 125 对动脉性肺动脉高压严重程度及预后的相关性研究 [J]. *临床肺科杂志*, 2024, 29(6): 842-847, 853.
FENG Rui, FAN Qingkun, LI Ling, *et al.* Correlation of serum carbohydrate antigen 125 with severity and prognosis of pulmonary arterial hypertension[J]. *Journal of Clinical Pulmonary Medicine*, 2024, 29(6): 842-847, 853.
- [3] 张杰, 李长栓, 秦博, 等. 心电图 Q-T 间期联合超声心动图对肺动脉高压的诊断价值及其与疾病严重程度的相关性 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2024, 16(2): 149-152, 158.
ZHANG Jie, LI Changshuan, QIN Bo, *et al.* The diagnostic value of Q-T interphase electrocardiogram combined with echocardiography in pulmonary hypertension and its correlation with disease severity[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Cardiovascular Medicine*, 2024, 16(2): 149-152, 158.
- [4] 千琴静, 邱原刚. 心房颤动与肺动脉高压的相关性研究 [J]. *心脑血管病防治*, 2022, 22(3): 95-96, 102.
GAN Qinjing, QIU Yuangang. A study of the correlation between atrial fibrillation and pulmonary hypertension[J]. *Prevention And Treatment of Cardio-Cerebral-Vascular Disease*, 2022, 22(3): 95-96, 102.
- [5] 王立群. P 波参数和指数——国际心电学会和国际动态心电图和无创心电学会共识 [J]. *临床心电学杂志*, 2022, 31(4): 241-250.
WANG Liqun. P-wave parameters and indices-consensus of the International Society of Electrocardiography and the International Society of Ambulatory Electrocardiography and Noninvasive Electrocardiography[J]. *Journal of Clinical Electrocardiology*, 2022, 31(4): 241-250.
- [6] 潘高英, 潘娟, 税全, 等. 心电向量图参数与儿童肺动脉压相关性及对肺动脉高压的预测效能研究 [J]. *临床误诊误治*, 2024, 37(9): 59-65.
PAN Gaoying, PAN Juan, SHUI Quan, *et al.* Study on the correlation between vectorcardiogram parameters and pulmonary hypertension in children and their predictive efficacy for pulmonary hypertension[J]. *Clinical Misdiagnosis & Mistherapy*, 2024, 37(9): 59-65.
- [7] 王林军, 岳建巍, 李建春, 等. 肝素酶与危重症相关肺动脉高压患者预后及病情严重程度关系 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2024, 32(3): 27-32.
WANG Linjun, YUE Jianwei, LI Jianchun, *et al.* Relationship between heparanase and prognosis and disease severity in patients with critical illness-related pulmonary hypertension[J]. *Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease*, 2024, 32(3): 27-32.
- [8] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组, 等. 中国肺动脉高压诊断与治疗指南 (2021 版) [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(1): 11-51.
Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Group of the Respiratory Disease Branch of the Chinese Medical Association, Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Working Committee of the Respiratory Physicians Branch of the Chinese Medical Association, National Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Prevention and Control Collaborative Group, *et al.* Chinese guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension (2021 edition)[J]. *National Medical Journal of China*, 2021, 101(1): 11-51.
- [9] 杨莹莹, 郑璐, 杨海波, 等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值对动脉性肺动脉高压的预后价值 [J]. *中国现代医生*, 2023, 61(22): 68-72.
YANG Yingying, ZHENG Lu, YANG Haibo, *et al.* Prognostic value of neutrophil-to-lymphocyte ratio in pulmonary arterial hypertension[J]. *China Modern Doctor*, 2023, 61(22): 68-72.
- [10] MCLAUGHLIN V V, HOEPER M M, CHANNICK R N, *et al.* Pulmonary arterial hypertension-related morbidity is prognostic for mortality[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2018, 71(7): 752-763.
- [11] 韦斌, 张朝勇, 邓燕, 等. 间断重复应用左西孟旦治疗肺动脉高压右心衰竭的临床观察 [J]. *中国药房*, 2022, 33(14): 1754-1758.
WEI Bin, ZHANG Chaoyong, DENG Yan, *et al.* Clinical observation

- of intermittently repeated application of levosimendan in the treatment of right heart failure of pulmonary hypertension[J]. *China Pharmacy*, 2022, 33(14): 1754-1758.
- [12] 陈海明, 洪城. 右心导管检查在肺动脉高压中的应用 [J]. *临床内科杂志*, 2022, 39 (3): 156-158.
- CHEN Haiming, HONG Cheng. Application of right heart catheter in pulmonary hypertension[J]. *Journal of Clinical Internal Medicine*, 2022, 39(3): 156-158.
- [13] 朱珊英, 朱国斌. 肺动脉高压发病机制新进展 [J]. *心血管病学进展*, 2020, 41 (3): 292-295.
- ZHU Shanying, ZHU Guobin. Pathogenesis of pulmonary hypertension[J]. *Advances in Cardiovascular Diseases*, 2020, 41(3): 292-295.
- [14] 翟亚楠, 李爱莉, 谢万木, 等. 无创性超声指标预测慢性血栓栓塞性肺动脉高压肺血管阻力的价值 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2024, 33 (2): 134-141.
- ZHAI Yanan, LI Aili, XIE Wanmu, *et al.* Value of noninvasive echocardiographic indicators in predicting pulmonary vascular resistance in chronic thromboembolic pulmonary hypertension[J]. *Chinese Journal of Ultrasonography*, 2024, 33(2): 134-141.
- [15] 冯永福, 郑颖, 刁明锐, 等. 不同左心房内径患者心电图 P 波特征指标对梗死后新发房颤的预测价值研究 [J]. *中国实验诊断学*, 2022, 26 (10): 1432-1434.
- FENG Yongfu, ZHENG Ying, DIAO Mingrui, *et al.* A study of the predictive value of electrocardiographic P-wave characteristic indices in patients with different left atrial internal diameters for new onset of atrial fibrillation after infarction[J]. *Chinese Journal of Laboratory Diagnosis*, 2022, 26(10): 1432-1434.
- [16] 曾晓春, 黄丽蓉, 伍伟锋. 成人特发性肺动脉高压患者临床特点及预后分析 [J]. *临床心血管病杂志*, 2018, 34 (1): 42-47.
- ZENG Xiaochun, HUANG Lirong, WU Weifeng. Clinical characteristics and prognosis analysis in adult patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension[J]. *Journal of Clinical Cardiology*, 2018, 34(1): 42-47.